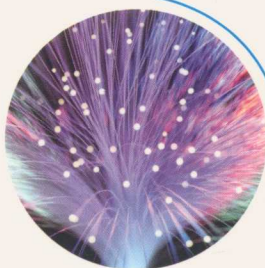


科学新导向丛书
KEXUE XINDAOXIANG CONGSHU

物质新探： 新材料用途知多少



WUZHIXINTAN: XINCAILIAO YONGTU ZHI DUOSHAO

姜忠喆/编著

材料是人类赖以生存和发展的物质基础，
每一次材料的创新发明都使生产力获得极大解放。
在人类漫长的历史中从未中断过对材料的探索，
让材料具有更优异的性质，
功能来满足社会发展中层出不穷的新需要和追求。

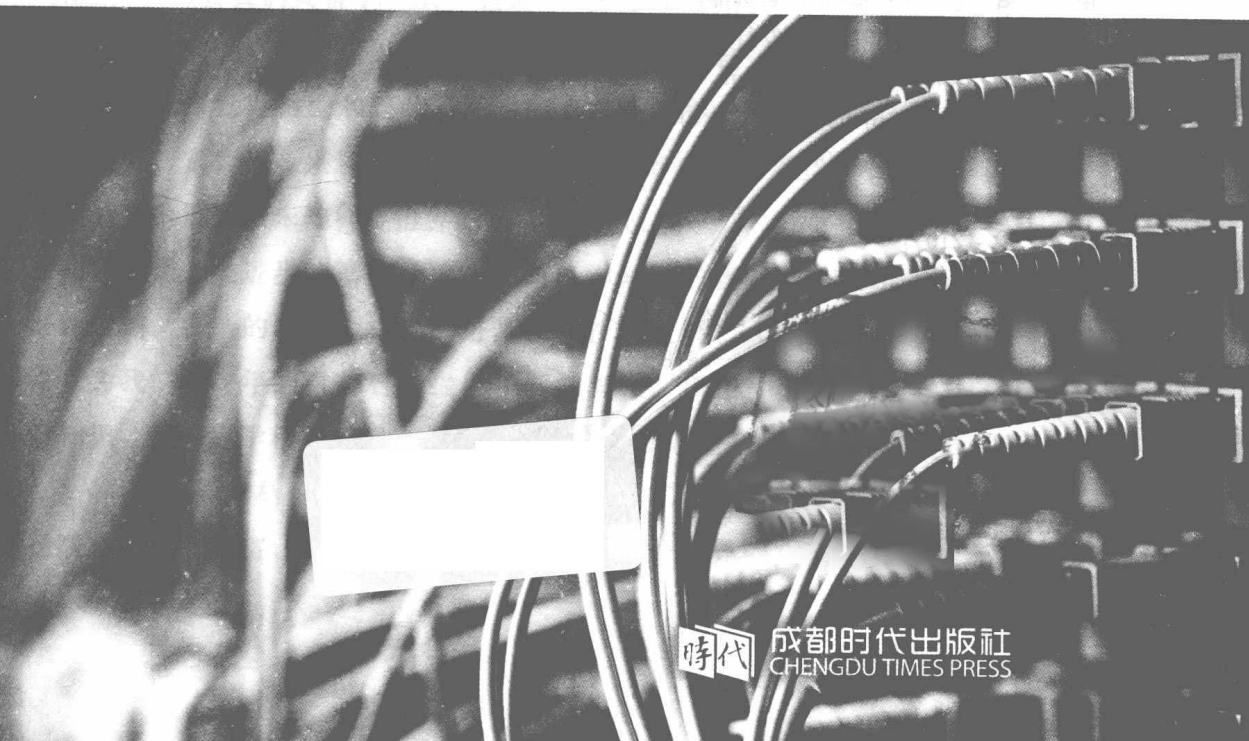
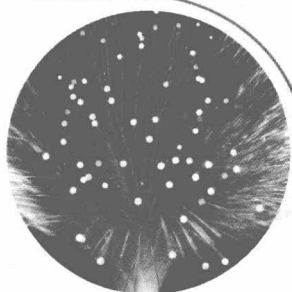
 成都时代出版社
CHENGDU TIMES PRESS

科学新导向丛书
KEXUE XINDAOXIANG CONGSHU

物质新探： 新材料用途知多少

WUZHI XINTAN: XINCAILIAO YONGTU ZHI DUOSHAO

姜忠喆/编著



时代

成都时代出版社
CHENGDU TIMES PRESS

图书在版编目(CIP)数据

物质新探:新材料用途知多少 / 姜忠喆编著. —成都:成都时代出版社, 2014. 1

(科学新导向丛书)

ISBN 978-7-5464-0818-7

I. ①物… II. ①姜… III. ①新材料应用—青年读物
②新材料应用—少年读物 IV. ①TB3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 293937 号

物质新探:新材料用途知多少

WUZHIXINTAN:XINCAILIAOYONGTUZHIDUOSHAO

姜忠喆 编著

出品人 段后雷

责任编辑 于永玉

责任校对 李航

装帧设计 膳书堂

责任印制 干燕飞

出版发行 成都时代出版社

电 话 (028)86621237(编辑部)

(028)86615250(发行部)

网 址 www.chengdusd.com

印 刷 四川省南方印务有限公司

规 格 170mm×240mm

印 张 12

字 数 210 千

版 次 2014 年 1 月第 1 版

印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5464-0818-7

定 价 29.80 元

著作权所有·违者必究。

本书若出现印装质量问题,请与工厂联系。电话:(028)37641787



前言

提起“科学”，不少人可能会认为它是科学家的专利，普通人只能“可望而不可及”。其实，科学并不高深莫测，科学早已渗入到我们的日常生活，并无时无刻不在影响和改变着我们的生活。无论是仰望星空、俯视脚下的大地，还是近观我们周遭咫尺器物，都处处可以发现科学之原理蕴于其中。即使是一些司空见惯的现象，其中也往往蕴含深奥的科学知识。科学史上的许多大发明大发现，也都是从微不足道的小现象中发展而来：牛顿从苹果落地擦起万有引力的神秘面纱；魏格纳从墙上地图揭示海陆分布的形成；阿基米德从洗澡时溢水现象中获得了研究浮力与密度问题的启发；瓦特从烧开水的水壶冒出的白雾中获得了改进蒸汽机性能的想象；而大名鼎鼎的科学家伽利略从观察吊灯的晃动，从而发现了钟摆的等时性……所以说，科学就在我身边。一位哲人曾说：“我们身边并不是缺少创新的事物，而是缺少发现可创新的眼睛”。只要我们具备了一双“慧眼”，就会发现在我们的生活中科学真是无处不在。然而，在课堂上，在书本上，科学不时被一大堆公式和符号所掩盖，难免让人觉得枯燥和乏味，科学的光芒被掩盖，有趣的科学失去了它应有的魅力。常言道，兴趣是最好的老师，只有培养起同学们从小的科学兴趣，才能激发他们探索未知科学世界的热忱和勇气。

科学是人类进步的第一推动力，而科学知识的普及则是实现这一推动的必由之路。在新的时代，社会的进步、科技的发展、人们生活水平的不断提高，为我们青少年的科普教育提供了新的契机。抓住这个契机，大力普及科学知识，传播科学精神，提高青少年的科学素质，是我们全社会的重要课题。

《科学新导向丛书》共 50 分册，几乎囊括了整个自然科学领域，内容包括浩瀚无穷的宇宙、多姿多彩的地球奥秘、日新月异的交通工具、稀奇古怪



的生物世界、惊世震俗的科学技术、源远流长的建筑文化、威力惊人的军事武器……丛书将带领我们一起领略人类惊人的智慧，走进异彩纷呈的科学世界！

丛书采用通俗易懂的文字来表述科学，用精美逼真的图片来阐述原理，让我们一起走进这个包罗万象的自然科学王国，这里有我们最想知道的、最需要知道的科学知识。这套丛书理念先进，内容设计安排合理，读来引人入胜、诱人深思，尤其能培养科学探索的兴趣和科学探索能力，甚至在培养人文素质方面也是极为难得的中学生课外读物。

本册《物质新探：新材料用途知多少》是一本介绍新材料的科普读物。本书作者大多是从从事材料科学与工程教学和科研多年的教师和研究人員，因此，对材料科学与工程相关领域有很好的基础知识和很深的学术造诣。本书用深入浅出的语言，形式活泼的艺术表现手法，将新材料“王国”的有关知识展示给读者，向公众描绘了一幅纵贯古今的新材料全景画，带你领略精彩纷呈的材料风采，探秘奥妙神奇的材料世界。

阅读丛书，你会发现原来有趣的科学原理就在我们的身边；

阅读丛书，你会发现学习科学、汲取知识原来也可以这样轻松！

今天，人类已经进入了新的知识经济时代，青少年朋友是 21 世纪的栋梁，是国家的未来，民族的希望，学好科学是时代赋予他们的神圣使命。我们希望这套丛书能够激发同学们学习科学的兴趣，打消对科学隔阂疏离的态度，为学好科学，用好科学打下坚实的基础！



目 录

第一章 新材料展览

类型多样的材料	3
中国与陶瓷	4
脆弱的陶瓷	5
新型陶瓷	6
“蜗牛壳”式的陶瓷	8
敏感陶瓷	10
用途广泛的压电陶瓷	12
陶瓷的透明度	14
陶瓷轴承的特性	18
有“超能力”的陶瓷	19
打不碎的陶瓷锤子	20
高性能的陶瓷发动机	21
燃气轮机中运用的工程陶瓷	22
陶瓷上的艺术	23
新型的陶瓷木材	24
种类繁多的玻璃	25
神奇的玻璃城	26
夹丝玻璃的传奇故事	27
夹层玻璃的功能	29
会保守“秘密”的压花玻璃	31
“水晶宫”似的幕墙玻璃	32



与众不同的微晶玻璃	34
安全玻璃	36
灵敏的调光玻璃	38
太阳能玻璃	39
轻便结实的玻璃钢	41
什么是塑料	43
色彩丰富的塑料薄膜	44
压电塑料薄膜的用途	45
“黑夜里的交警” 回归反光塑料	46
特殊塑料的导电性	47
神奇的发电塑料	49
发光塑料的应用	51
工程塑料具有“钢铁”性	53
塑料风筝与云“共舞”	55
环保塑料	57
泡沫塑料	59
光滑的聚四氟乙烯塑料	61
沙漠的“救得”——塑料树	63
识别有毒塑料袋	64
塑料瓶与食用油“无缘”	65
育人的救星——有机玻璃	66
塑料代替金属的时代	67
多气孔的泡沫塑料	68
不怕火的塑料	69
塑料薄膜的形成	70
塑料也需要“营养”	71
正确选择塑料	72
强劲的“凯芙拉”纤维	74
会变色的纤维	76
纤维家族中的“烈火金刚”	78
极细的光导纤维	79
“冷胀热缩”的中空纤维	81
医用纤维的广泛用途	82



高品质的蜘蛛丝纤维	83
超细纤维的用途	85
合成纤维的防火性	86
光导纤维的传递性	87
高强度的合成纤维	88
会发光的异形纤维	89
种类敏多的异形纤维	90
变色纤维	91
光导纤维的用途	92
木材的自向	94
钢铁的自白	97
有色金属的后起之秀钛	98
罕见的液体磁铁	99
具有潜力的复合材料	101
纳米材料	103

第二章 纳米研究与应用

科技领域革命的导火索	107
纳米的理论基础	112
纳米研究应用	114
量子力学的延伸	117
纳米的发展史	119
纳米的性能	121
纳米的另一突破	124
纳米材料的革命	126
分子马达的研究	131
力量无限的机器	134
神奇机器人	136
纳米老鼠	141
纳米机器人的功能	144
纳米火车的特性	146
虚拟中的真实	149



纳米医学的神奇	151
未来 的生物导弹	156
摩尔定律的新发展	158
纳米芯片的研发	160
超级电脑	165
神经计算机	171
隐身飞机的发展	173
智能军服	175
微小机器	177
超级间谍	181
纳米生物复合应用	183

第一章

新材料展览





类型多样的材料

材料是人类用于制造物品、器件、构件、机器或其他产品的那些物质。材料是物质，但不是所有物质都可以称为材料。如燃料和化学原料、工业化学品、食物和药物，它们都是物质，但一般都不算是材料。我们给材料下的这个定义并不那么严格，如炸药、固体火箭推进剂，一般称之为“含能材料”，因为它属于火炮或火箭的组成部分。材料是人类赖以生存和发展的物质基础。

20 世纪 70 年代，人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱。因为材料与国民经济建设、国防建设和人民生活密切相关，80 年代以高技术群为代表的新技术革命，又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志。材料除了具有重要性和普遍性以外，还具有多样性。

由于多种多样，分类方法也就没有一个统一标准。从物理化学属性来分，可分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料和不同类型材料所组成的复合材料。从用途来分，又分为电子材料、航空航天材料、核材料、建筑材料、能源材料、生物材料等。结构材料与功能材料以及传统材料与新型材料，是更常见的两种分类方法。

结构材料是以力学性能为基础，以制造受力构件所用材料，当然，结构材料对物理或化学性能也有一定要求，如光泽、热导率、抗辐照、抗腐蚀、抗氧化等。功能材料则主要是利用物质的独特物理、化学性质或生物功能等而形成的一类材料。一种材料往往既是结构材料又是功能材料，如铁、铜、铝等。

传统材料是指那些已经成熟且在工业中已批量生产并大量应用的材料，如钢铁、水泥、塑料等。这类材料由于其量大、产值高、涉及面广泛，又是很多支柱产业的基础，所以又称为基础材料。新型材料（先进材料）是指那些正在被人们开发利用，且具有优异性能和应用前景的一类材料。新型材料与传统材料之间的界限并不十分明显，传统材料通过采用新技术，提高技术含量，提高性能，大幅度增加附加值而成为新型材料；新材料在经过长期生产与应用之后也就成为传统材料。传统材料是发展新材料和高技术的基础，新型材料则往往能推动传统材料获得进一步发展。

中国与陶瓷

陶瓷是陶器和瓷器的总称。陶器和瓷器的主要区别有两点：一是原料不同，二是烧结温度不同。陶器的烧制温度低，在 $900^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 就能烧成，有的甚至只在 700°C 烧制。瓷器则要在 1300°C 以上。陶器的原料以粘土为主，加入适量的长石和石英。瓷器的原料按坯体中的主熔剂分为：长石质瓷器（即长石、石英和高岭土），绢云母质瓷器（即绢云母、石英和高岭土），骨灰瓷（即磷酸盐、长石、石英和高岭土）和滑石质瓷（即滑石、长石和高岭土）等。陶器的断面粗糙、疏松，气孔率大；而瓷器的断面光洁致密。

人类自从会使用火以来，知道泥土烧过后会变硬且能保持一定形状。考古证明，中国在八九千年前就会制造陶器。最初人们把涂有粘土的篮子进行火烧，形成不易透水的容器，用来煮东西吃，以后开始用粘土制成各种形状的器具，如盛水的壶、缸、盂；煮食的鼎、釜、罐；储存东西的瓮、坛、尊；洗涤用的盆之类，统称为陶器。我国出土的新石器时代的许多陶器，证明我国是世界上会制造陶器最早的国家之一。

在烧制陶器的过程中，把握好的陶器坯料放在高温下烧结，有时会发现其中容易熔化的部分化成玻璃状的粘液，把坯料中的小空穴堵死了，烧成后不会再吸收水分，轻轻敲打能发出清脆的声音，这就是最早的瓷器。但在烧瓷器时，如果温度掌握不好，稍稍过一点，瓷器会变形或烧裂。所以烧瓷器在当时是一项很难的技术。中国早在商代就会烧制瓷器。尽管中国的瓷器后来传到西方，但没有一个国家会仿制。“洋人”看到瓷器后非常惊奇，甚至流传这样一种说法：“中国人把石膏、鸡蛋清和贝壳粉混在一起，然后在地下埋 $80\sim 100$ 年，就变出了瓷器。”他们赋予了瓷器一种神奇的色彩。

外国人把瓷器称为“中国器具”，这是因为只有中国人才会制造瓷器。至今，西方仍把瓷器叫作“china”。“china”在英文中就是“中国”的意思。由于中国的瓷器质量优良，曾远销世界各国。70 年代末，在韩国木浦湾发现了一艘几百年前的沉船，沉船中就有大量中国元朝时期的古瓷。



脆弱的陶瓷

陶瓷给人的印象总是十分脆弱的：一只瓷碗，掉在地上，就会“粉身碎骨”。

近年来，科学家们在对陶瓷进行悉心研究后发现，它之所以如此脆弱，主要依赖于两个原因：

第一，由于陶器的烧成温度比较低，通常为 $800^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，因此气孔率比较高。在陶器碎片的断面上，不难看到许多小孔洞，且组成陶器的颗粒也比较粗大。陶瓷的烧成温度虽然要比陶器高得多（通常为 $1200^{\circ}\text{C} \sim 1400^{\circ}\text{C}$ ），组成的结构也要比陶器细密，用肉眼可能看不出有什么细微的缺陷，但是，如果你通过显微镜进行观察，在瓷器碎片的断面上，就可以看到有许许多多细微的伤痕、裂纹、气孔和夹杂物。要是你把瓷器碎片放在倍数更大的电子显微镜下，那么，你将会发现陶瓷在晶体结构方面的缺陷，例如空位、位错等。而所有这些细微的裂纹、气孔、夹杂物、晶体缺陷和表面伤痕，都可能成为陶瓷“碎骨”的发源地。

第二，由于陶瓷属于脆性材料，一旦出现裂纹，它不像金属那样具有塑性变形的能力。在热冲击的条件下，由于陶瓷的导热性较差，热膨胀系数大，热应力由此增加，因此，裂纹的扩展速度更会进一步加剧。在日常生活中，如果我们用沙锅炖（煮）食物，只能用文火慢慢加温，要是一开始就用猛火急烧，就会出现沙锅炸裂事故。即使是烧好后，也不能急于用冷水去冷却。

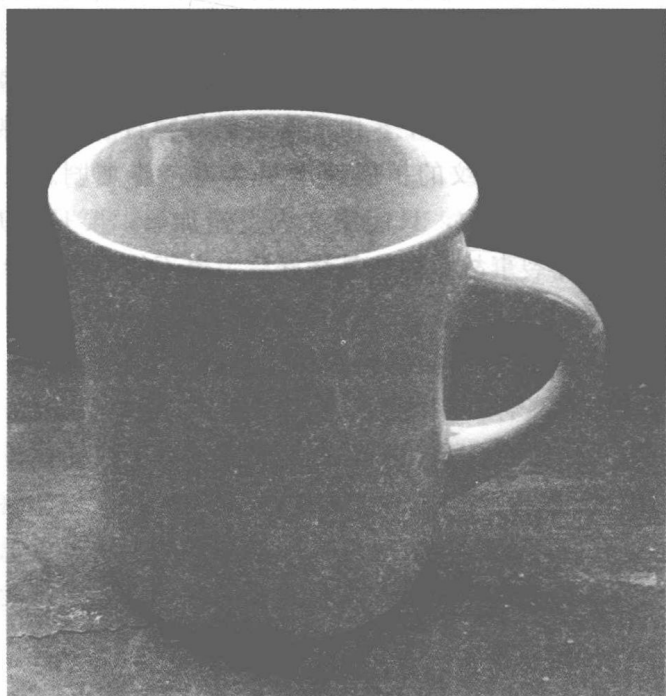


新型陶瓷

新型陶瓷，必须克服普通陶瓷脆性这一漏洞。许多科学家经过不懈努力，使人们找到了克服陶瓷脆性的药方。

首先，从改善内部结构着手。研究表明，在氧化锆陶瓷的原料中，添加少量的氧化钇、氧化镁、氧化钙等粉末，经高温烧制成氧化锆陶瓷后，其中的氧化锆便生成两种晶体，它们被称为立方晶体和四方晶体。当陶瓷受到外力作用时，四方晶体便变成一种单斜晶体，体积迅速“膨胀”。由于晶体的体积急速增大，可阻止陶瓷中原先存在的细微裂纹的扩展。这样，陶瓷就不会破裂了。

其次，可在改善陶瓷的表面状态方面下工夫。通常情况下，陶瓷的断裂大都从表面的缺陷开始，所以，改善陶瓷的表面状态，犹如为防止陶瓷的破损设下了第一道屏障。改善的具体方法为：通过化学或机械抛光技术消除陶





瓷的表面缺陷；对氮化硅、碳化硅等非氧化物，只要通过控制表面氧化技术，便可消除表面缺陷或者使裂纹尖端变钝；要想达到表面强化和增韧的目的，也可以通过热加工来完成。

第三，将纤维均匀地分布于陶瓷原料之中，以提高陶瓷的强度和韧性。其原理与我们在石灰中加入纸筋相类似。这是因为，在陶瓷原料之中加入纤维，具有三大作用：①纤维不易拉断，在工作时可承担大部分外加负荷，从而减轻了陶瓷的负担，进而不易产生裂纹；②纤维与陶瓷体结合在一起以后，具有很大的摩擦力。于是，就可以加强陶瓷的韧性了；③即使陶瓷内出现了细微裂纹，纤维也能将它们紧紧拉住，不至于进一步扩展开来。

新颖陶瓷可以制作成陶瓷榔头、陶瓷菜刀、陶瓷剪刀等工业产品和生活用具。从外观上看，这些陶瓷制品与普通的钢铁制品并没有什么不同，只是毫无钢铁的成分。

“新型陶瓷”又称“韧性陶瓷”。韧性陶瓷除了不怕撞击不怕摔打的优点以外，还具有强度大、硬度高、不怕化学腐蚀等优点。它除了可以制作榔头和刀、剪以外，还可以制造开瓶器、螺丝刀、斧头、锯子等器具。

用韧性陶瓷制作的这些新产品的长处是显而易见的：用陶瓷菜刀切食物，不会在食物上留下令人讨厌的铁腥味，它特别适合于切生吃的食物和熟食；陶瓷剪刀的锋利程度不亚于钢制剪刀，还可以用来裁剪纸张、绸布等；由于它不会带磁性，因此特别适宜于剪接录音磁带和录像磁带。

韧性陶瓷还可以用来制作手表壳，制造加工金属用的切削工具、防弹盔甲、人造骨骼和关节等。不过，材料科学家对韧性陶瓷最感兴趣的是利用它代替金属材料制造发动机。

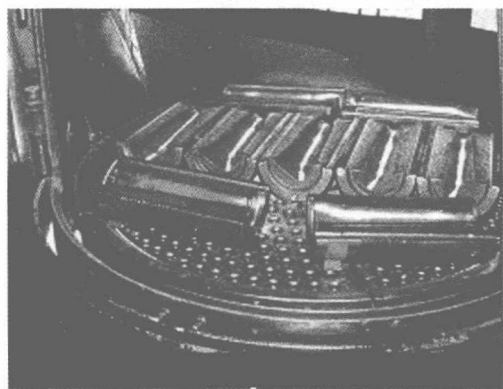


“蜗牛壳”式的陶瓷

1988年，为了响应联合国环境规划署的倡议，欧洲共同体国家经过长达六年的协商后，一致同意各国共同努力减少大气污染，其中包括减少有害气体氧化氮的排放。特别是英国、法国、德国、意大利、西班牙、荷兰、比利时、丹麦、爱尔兰、希腊、卢森堡等十二个国家还签订了保证书，保证到1998年要使氧化氮的排放量比1980年减少33%。

工业发达国家之一是英国，汽车、飞机和各种火力发电厂在这个面积不大的国家排放出大量有害气体。尤其是飞机排放的氧化氮对大气的影 响不容忽视。人们或许奇怪，飞机烧的是汽油，怎么会排放氧化氮呢？这引起了英国剑桥大学材料科学系的研究人员比尔·克莱格的兴趣，并参与了弄清和解决这一问题的研究。首先他和他的同事弄清楚了为什么飞机烧汽油会排放出氧化氮这一问题的奥秘。是由于它和航空发动机所用的材料有关。一般的航空发动机的涡轮叶片都是用耐热合金制造的，而耐热合金在温度达到 1000°C 以上时，强度就会降低变软。而驱动涡轮叶片的火焰气体温度却高达 2000°C 。为了使涡轮叶片不变软，现在采用的方法是吹一层冷空气膜把炽热的火焰和叶片表面隔离开来，同时冷却叶片。但是在冷却空气膜和火焰接触混合后，温度会立即升高到 $1800\sim 1900^{\circ}\text{C}$ 。在如此高的温度下，空气中的氮和氧就会发生化学反应，形成氧化氮这种有害气体。

克莱格和他的伙伴们想，要去掉氧化氮，首先要废除用空气冷却叶片这



种原始方法。但如果不用冷却空气就必须提高叶片的耐热温度。可是现在最好的耐热合金也只能承受 1100°C 左右的高温。于是他们就想利用能耐 1500°C 以上高温的陶瓷制造涡轮叶片。但是现在大多数陶瓷都很脆，很容易破碎。怎样才能得到耐硬又不易碎的陶瓷呢？克莱格想起了蜗牛。他知道，别看蜗牛的肉软乎乎的，可它背上背